

Sur la propagation des Rouilles de Céréales, en Suède et en France;

PAR M. L. BLARINGHEM.

Dans une Note qui vient de paraître¹, M. Buchet a voulu montrer l'insuffisante documentation et la faible portée scientifique des travaux du professeur suédois, M. Jacob-Eriksson. Le problème pratique de la lutte contre les rouilles des céréales est trop important pour que je laisse subsister, même durant quelques semaines², les effets d'une interprétation qui me semble pour le moins erronée.

M. Buchet dit, à propos du seul Mémoire de M. Eriksson qu'il semble connaître :

« Quand on lit le détail des expériences retentissantes que fit en
« Suède, vers la fin du siècle dernier, le Professeur J. Eriksson, on est
« stupéfait de voir cet auteur en tirer des conclusions si contraires aux
« résultats obtenus.... Victime de l'opinion universelle à cette époque,
« qui considérait le passage de la Rouille sur cet hôte intermédiaire
« (l'Épine-vinette) comme absolument nécessaire et la contamination
« printanière des Céréales comme ne pouvant provenir que des écidio-
« spores, il fut amené tout naturellement à supposer que la Rouille se
« maintenait par hérédité plutôt que par contagion. Nous savons aujour-
« d'hui [*sic*], par des relations très nombreuses, que des urédospores
« peuvent être observées *en plein hiver* sur les feuilles de Céréales
« comme d'une multitude de Graminées, et qu'il suffit d'une exposition
« favorisée pour que ces feuilles et leur parasite se conservent intacts
« jusqu'au printemps. Beauverie, d'autre part, vient de révéler tout
« récemment la fréquence de ces germes, soit à la surface des grains, soit
« dans l'intérieur du péricarpe. Ces faits nous invitent à réfléchir... »

Réfléchissons donc sur la valeur des deux affirmations précédentes; discutons en la portée, en commençant par la seconde.

1. Bulletin Soc. bot. de France, séance du 14 novembre 1913, p. 520 (paru le 7 février 1914).

2. Un ouvrage en français de M. J. ERIKSSON, intitulé *Les maladies cryptogamiques des plantes cultivées*, est sur le point de paraître.

*
* *

La table des matières du Mémoire¹ de M. J. Eriksson, lu dans le détail par M. Buchet, comprend quatre parties. Le second chapitre de la deuxième partie est intitulée :

B. — Groupes de spores à la surface des grains ou dans leur intérieur comme source de maladies.

Il nous renvoie à la page 188 (du tirage à part) qui commence ainsi :

« Quelquefois on a trouvé des grains portant de la rouille sous la
« forme de groupes de spores sur les bâles — tant à la face extérieure
« qu'à la face intérieure — ou dans la couche superficielle du grain
« proprement dit.

« Sous ce rapport nous voulons surtout citer les *groupes d'urédo-*
« *spores et de téléutospores de rouille jaune (Puccinia glumarum)*,
« qui, en Suède, se rencontrent, en années fort rouillées, dans des grains
« de Blé et d'Orge. Comme des descriptions détaillées et des figures
« représentées autre part (Eriksson et Henning, I, 199, etc., tab. IX,
« fig. 101-107) le mettent en évidence, ces groupes de spores se trou-
« vent dans le péricarpe du grain. Pour commencer, c'est-à-dire tant
« que le grain est encore tout jeune, les spores naissant ici ne sont que
« des urédospores. Comme dans les autres parties de la plante nourri-
« cière, les téléutospores prennent pourtant sous peu la place des urédo-
« spores et voilà pourquoi on trouve dans les grains mûrs des téléuto-
« spores en très grande abondance. Ces spores restent néanmoins toujours
« couvertes par la couche de cellules extérieure du grain de même que
« les groupes de téléutospores de cette forme de champignon qui se
« trouvent sur la tige et sur les feuilles sont mises à l'abri par l'épiderme
« qui couvre ces organes.

« D'un autre côté, il est encore incertain que les diverses formes de la
« rouille noire puissent également donner naissance à des groupes de
« spores dans les grains. Il est vrai qu'on trouve assez souvent dans
« toutes nos céréales des pustules du *Puccinia graminis* sur les bâles,
« tant à la surface extérieure qu'à la face intérieure....

« Dans des grains d'Orge et de Blé, on a ainsi trouvé, — quoique
« seulement en années fort rouillées et dans des variétés très disposées à

1. Sur l'origine et la propagation de la Rouille des céréales par la semence, Ann. Sc. Nat. Bot., 8^e série, t. XIV (1901), p. 1-124, et t. XV (1902), p. 1-160 et 7 planches.

« la rouille jaune — des groupes de spores de cette forme de rouille.
 « Quant à la rouille noire, au contraire, c'est à peine si l'on a réussi
 « une seule fois à démontrer l'existence de groupes de spores dans les
 « grains¹. »

On peut admettre que l'examen *en détail* de M. Buchet lui ait fait négliger la lecture de ce chapitre; mais un lecteur oublie rarement de consulter les planches. Or, les planches VI et VII du même mémoire sont destinées à permettre la comparaison de grains sains et rouillés des blés *Michigan Bronze* et de *Horsford*, et la légende explicative renvoie aux pages 228, etc., et 232, etc., où l'on trouve (p. 231) cette définition :

« Les grains rouillés, — c'est-à-dire ceux à la surface ou dans l'intérieur desquels il y a un mycélium ou des groupes de spores — ».

Si nous suivons les indications de M. Eriksson, et si nous consultons enfin l'ouvrage *Die Getreideroste*² paru en 1896, nous pouvons nous contenter d'examiner la planche coloriée IX dont je décris les figures d'après la légende explicative (p. 462) :

« Figures 101-105. — *Uredo* et *Puccinia glumarum* f. sp. *Tritici*
 « dans le grain de Blé : Fig. 101, grain de Blé non mûr en coupe trans-
 « versale vers le milieu du grain; groupes d'urédospores [teintés en
 « jaune] dans la paroi du grain 15/8 1912 [Grossis.] 13/1; — Fig. 102,
 « grains de Blé mûrs, en *a* non ridés, en *b* ridés (grains rouillés) pris
 « tous deux dans un même épi (Horsfords Perlweizen) 2/1; — Fig. 103,
 « coupe d'un grain ridé, « grain rouillé » du Blé Michigan Bronze : *a*,
 « coupe longitudinale; *b* coupe transversale (6/1); — Fig. 104, partie
 « du tissu cortical du grain, en coupe, où l'on voit trois groupes
 « arrondis de spores « Sporengähäuse », en *a* jeune et en *b* plus âgés;
 « *ep* = épiderme, *gl*, assise proteïque, 4/2 1892 (conservé depuis le

1. J'ai pris soin de reproduire le *texte même* de M. ERIKSSON en laissant soulignés les passages qu'il a ainsi exposés dans son Mémoire. Je crois, en attirant sur le dernier paragraphe l'attention de nos confrères, devoir aussi rappeler que trop peu d'observations ont été faites en France sur ce point, que les recherches de M. Beauverie ont montré la fréquence de ces attaques dans notre pays et pour nos variétés de céréales; j'ai signalé à plusieurs reprises (1912, 1913) la difficulté d'acclimatation des Blés suédois en France à cause des ravages des Rouilles.

2. ERIKSSON (J.) und HENNING (E.), *Die Getreideroste, ihre Geschichte und Natur sowie Massregeln gegen dieselben*, Stockholm, 1896, 464 p. in-8° et 14 planches coloriées.

« 26/7 1890 dans l'alcool) 230/1; — Fig. 105, un groupe de spores en coupe (même matériel que celui de la figure précédente) 500/1.

« Fig. 106-107. *Puccinia glumarum* f. sp. *Hordei* dans le grain d'Orge (*Hordeum vulgare* var. *cornutum*): Fig. 106, grain rouillé ridé, coupe transversale 1892(22/1); — Fig. 107, parties de l'enveloppe du grain; en *a* groupe de spores entier non coupé (150/1), en *b* et *c* groupes de spores en coupe transversale; les pointes des spores sont orientées en *b* vers l'extérieur et la surface du grain, en *c* vers l'intérieur et l'assise protéique (375/1). »

Il suffira de comparer ces données descriptives avec le texte des révélations récentes dont parle M. Buchet pour se convaincre que, dès 1892, M. Eriksson était déjà parfaitement documenté sur un point que ne devrait pas ignorer son contradicteur stupéfié.

*
* *

Je passe au premier fait nouveau : « Nous savons aujourd'hui, par des relations très nombreuses, que des urédospores peuvent être observées *en plein hiver* sur les feuilles des céréales comme d'une multitude de Graminées.... »

Est-ce que M. Eriksson l'ignorait en 1892, en 1896, en 1900, en 1911? Il l'a signalé partout même dans ses ouvrages élémentaires sur le sujet. Il consacra à l'examen de cette importante question les premiers paragraphes de chacun des chapitres de l'ouvrage *Die Getreideroste* et il montra que si la persistance des urédos de *Puccinia graminis* est douteuse en Suède, durant l'hiver rigoureux de Stockholm, on ne peut avoir aucune hésitation au sujet de l'existence à la fin de l'automne de la forme urédo du *Puccinia glumarum*. Le tableau 23 (p. 147) des observations faites sur les Blés, les Seigles et les Orges d'hiver de la station de Stockholm, de 1890 à 1894, fournit un relevé des plantules de Blé offrant la maladie au degré extrême le 27 octobre 1891, le 7 novembre 1892 et le 11 novembre 1893. L'auteur remarque, avec certaines précautions, que la température et la chute des pluies ne paraissent pas influencer sérieusement ces éruptions précoces, qui débutent environ un mois après les semis; la forme précoce d'*Uredo glumarum* a supporté des périodes de froids de — 7° et de — 9°5 à l'automne de 1892 sans cesser de s'étendre, alors que l'activité de l'*Uredo graminis* parut complètement arrêtée.

M. Eriksson n'ignore pas davantage que ces interruptions de la manifestation de la maladie constituent une question d'espèce et de climat, dont les lois sont les mêmes chez les Champignons parasites et les végétaux supérieurs. Il discute, dans le Mémoire en français lu par M. Buchet (p. 256), l'opinion du botaniste américain Carleton, qui, « dans un rapport plein de faits intéressants, se dit convaincu que la *Rouille brune du blé* peut passer l'hiver comme urédo dans les états du Sud, jusqu'au 40° degré de latitude Nord, ce qui correspond à peu près à la latitude de Madrid », mais il montre combien il a été difficile en certains hivers de découvrir même des traces d'urédo de la Rouille brune (*Puccinia graminis*) à des latitudes un peu plus élevées de l'Amérique du Nord¹.

*
* *

Comme M. Eriksson, j'ai fait une série d'observations durant les hivers de 1911-1912 et de 1912-1913 sur des plantes de Blé appartenant à diverses formes de *Triticum vulgare* et de *Triticum turgidum* laissés en pleine végétation en novembre dans la portion du champ d'expérience de Bellevue (S.-et-O.), réservée à la culture des céréales ; pendant toute la durée des deux hivers, j'ai constaté la présence de pustules de rouille, malgré des températures minima de — 10 degrés pendant les matinées du 3 et du 4 février 1912, de — 6 degrés, le 20 février 1913. Comme M. Eriksson l'avait constaté à Stockholm pour des plantes ayant subi des températures comparables (1896), les échantillons examinés au laboratoire n'ont montré que des urédospores arrondies, légèrement échinulées de *Puccinia glumarum*. Les feuilles atteintes, et même parfois complètement jaunies sur la face supérieure par les pustules, ne paraissaient pas cependant très endommagées, et les plantes ont offert au printemps suivant une belle végétation et un tallage élevé.

Certaines cultures suivies durant l'hiver assez froid de 1911-1912 sont particulièrement probantes. Il s'agissait de cultiver

1. Il est intéressant de remarquer que M. Eriksson écrit (en note, au bas de la page 256), à propos d'un contradicteur : « Il ne s'est point donné la peine d'étudier l'ouvrage plus étendu, *Die Getreideroste*, où j'ai décrit en détail les observations et les essais sur lesquels reposent mes opinions », observation dont M. Buchet aurait pu tenir compte.

un Blé d'origine étrangère, désigné par la lettre K dans mes essais, dont je ne connaissais pas les exigences et que j'avais semé au début de mai 1911 au champ de Villacoublay (S.-et-O.), espérant en obtenir quelques plantes très précoces. La végétation fut très vigoureuse; mais les chaumes ne se développèrent pas avant les fortes chaleurs de l'été et, pour sauver ma culture, je dus faire transporter les mottes encore vertes à l'automne et les transplanter dans la plate-bande réservée au laboratoire de Chimie végétale de Bellevue. Elles y passèrent l'hiver en bonne condition et devaient être, en raison de leur âge et de leur végétation beaucoup plus avancée que celle des blés semés à l'automne, plus susceptibles de montrer les taches de la Rouille brune. Je n'en ai pas remarqué, alors que les taches du *Puccinia glumarum* étaient abondantes au début de l'hiver (degré 3) et au début du printemps (degré 2); le froid de — 10 degrés avait notablement atténué l'abondance des fructifications de la Rouille (degré 0 à 1) sans toutefois les faire disparaître totalement. Plus tard, en fin juin, peu de temps avant la maturation des épis du Blé K (*Tr. vulgare* var. *lutescens*), la Rouille brune (*Puccinia graminis*) couvrit les feuilles, les graines et attaqua quelques chaumes, ce qui m'obligea à récolter les épis en deux périodes, les épis des chaumes rouillés mûrissant moins vite que les épis portés par les chaumes sains. Quelques lignées d'Avoine, croissant à dix mètres de cette parcelle, furent vers la même époque si fortement attaquées par la Rouille brune, que je n'ai pu en sauver qu'une ou deux plantes très malades, sur une vingtaine très vigoureuses jusqu'à cette date.

Les ravages de la Rouille brune (*Puccinia graminis* f. sp. *Avenæ*) ont été très considérables à Bellevue et à Villacoublay (S.-et-O.) depuis 1911; j'ai perdu à cause de cette maladie, plus des deux tiers des lignées pédigrées que j'y étudiais et j'ai abandonné des recherches sur les croisements de l'Avoine en partie à cause de ce fléau. Les caractères morphologiques (écartement des rameaux) des panicules d'Avoine sont altérés dans les cas les plus graves et la classification des types selon les subdivisions adoptées à Svalöf (*Styf*, *Yf*, *Spärr* et *Slak*) est rendue difficile. Je suis d'ailleurs persuadé que les conditions particulières dans lesquelles je fais croître côte à côte, à l'abri d'un

filet, plusieurs centaines de lignées de Blé, d'Orge et d'Avoine sont très favorables à la contamination directe intensive et je suis loin d'en nier l'importance. Mais pourquoi y a-t-il des différences si nettes entre les diverses lignées? Pourquoi ces différences sont-elles dominées par le climat?

A Locon (Pas-de-Calais), où j'ai cultivé, successivement et depuis la même date (1911), toutes les lignées (provenant d'un seul ancêtre) des céréales d'hiver et de printemps de ma collection, les Avoines résistent beaucoup mieux, ainsi que les Blés d'hiver, qu'à Bellevue et à Villacoublay (S.-et-O.); les lignées les plus atteintes ici ne montrent pas le même degré de réceptivité là-bas. Cette variation dans la force des attaques est d'ailleurs beaucoup plus marquée sur les Blés et à propos de la Rouille jaune que pour la Rouille brune. J'ai cité ailleurs¹ un cas fort curieux d'acclimatation de Blés suédois débarrassés de leur Rouille jaune par un court séjour en Allemagne; j'y reviendrai plus tard. Mais je tiens à faire remarquer le grand intérêt que présente l'emploi des lignées pures de céréales pour mettre ces problèmes au point et j'offre bien volontiers à nos collègues ces lignées pédigrées et contrôlables pour leurs propres recherches.

*
* *

M. A. Prunet², dans le Sud-Ouest de la France, fait depuis longtemps des observations très précises qui offrent, sur beaucoup d'autres, l'avantage d'une désignation exacte des diverses espèces de Rouilles. Il a remarqué que le *Puccinia graminis*, qui domine dans le Nord de l'Europe, fait seulement apparition à Toulouse après le 15 juin; le *P. triticina*, espèce qui n'attaque que le Blé, dont les urédos forment de petites pustules ferrugineuses, y paraît avant cette époque et il n'est pas rare qu'on l'observe dès l'automne sur toutes les feuilles; cette forme de Rouille est la plus fréquente, paraît-il, dans le S.-O. de la France. Le domaine du *P. glumarum* s'étend sur l'Europe centrale et l'Angleterre.

1. BLARINGHEM (L.), *Sur la transmission héréditaire de la Rouille chez la Rose Trémière (Althæa rosea)*. C. R. Ac. Sciences, Paris, t. CLVII, 1913.

2. PRUNET (A.), *Les Rouilles des céréales dans le Sud-Ouest de la France*, C. R. de l'Assoc. franc. Avanc. Sciences, Session de Toulouse, 1910, p. 84-86.

Les observations de M. Beauverie¹, dans les environs de Lyon, depuis les bords du plateau des Dombes jusqu'au Rhône, durant les étés de 1912 et de 1913, montrent que le *Puccinia graminis* y était fort répandu sur les Blés, alors que dans tous les champs d'Orge examinés « les grains vêtus portaient les sores jaune de chrome, à urédospores, du *Puccinia glumarum* ». Les Orges vulgaires seules, à six rangs, étaient attaqués sur les chaumes et les épis; les épis de l'Orge à deux rangs (Orge Chevalier) étaient indemnes. Dans des essais agricoles de 1913, portant sur des hectares d'une sorte nouvelle et pédigrée d'Orge à deux rangs, 0.156, j'ai eu des épis très malades dans un petit centre du Sud de Saumur, alors que la même sorte cultivée dans l'Aube y est restée saine, du moins quant aux épis.

* *

Les observations, complétées par des examens histologiques, de M. Beauverie portent encore sur de nombreuses espèces de Graminées cultivées et sauvages, et dès maintenant, M. Beauverie attribue à la fréquence des pustules superficielles de Rouilles sur les graines un rôle important dans la propagation de la maladie. Je crois cette hypothèse de M. Beauverie exacte pour les variétés de céréales françaises; je me suis efforcé d'en démontrer le bien fondé par des cultures en tubes stériles, mais sans succès jusqu'ici. C'est d'ailleurs l'opinion que j'avais adoptée dès 1912 en classant² les phénomènes d'hérédité des Rouilles auprès du cas du *Lolium temulentum*; j'ai eu soin d'indiquer (p. 290-292 et surtout dans mes conclusions (p. 307), que je n'étais pas un partisan convaincu de la théorie du mycoplasma :

« La contamination pourrait être plus intime encore, la cellule œuf entraînant avec elle des parties minimes, quoique vivantes, du parasite. On n'en connaît aucun exemple précis, mais la

1. BEAUVERIE (J.), *Sur la question de la propagation des Rouilles chez les Graminées*, C. R. Ac. des Sciences, Paris, t. CLVI, 1913, p. 1389-1392 et *Fréquence des germes de Rouille dans l'intérieur des semences de Graminées*, d°, 1913, t. CLVII, p. 787-790.

2. BLARINGHEM (L.), *L'hérédité des maladies des plantes et le mendélisme*, Premier Congrès inter. Pathol. comparée, 17-23 octobre 1912. *Rapports*, I, p. 250-312.

théorie du mycoplasma par laquelle M. Eriksson explique la perpétuation et la propagation des Rouilles se rapproche beaucoup de cette catégorie. Il faut dire qu'un grand nombre d'auteurs (Ward, Klebahn, Zach, Beauverie) se refusent à admettre le bien fondé de la théorie mycoplasmatique, qui a le mérite de coordonner de nombreuses observations relatives à la propagation du parasite mais ne repose en définitive que sur bien peu de preuves positives. »

Mon opinion n'a pas varié depuis deux ans. Ce que je puis ajouter ici, qui résulte de nouvelles observations et statistiques, c'est que les céréales ne paraissent réellement souffrir de la Rouille que dans les périodes, souvent assez courtes, d'éruptions des pustules. En particulier, les éruptions de Rouille automnales et printanières (*Puccinia glumarum*), avant la floraison, ne paraissent pas entraîner une diminution sensible de la récolte; cette diminution est certaine et souvent considérable si le parasite vient sporuler sur les chaumes et les balles, entre la floraison et la maturation de l'épi. Or, la sporulation des Rouilles, parasites internes des céréales, est fonction directe de la tension osmotique des tissus envahis, et le traitement consiste à modifier cette tension, qui dépend de la variété, du climat, de la fumure et de la faculté d'accommodation, ce que je démontrerai bientôt.

M. Guillaumin lit la Note suivante de MM. Viguiet et Humbert :

**Sur le *Crotalaria ibityensis* nov. sp.
de Madagascar;**

PAR MM. RENÉ VIGUIER ET HENRI HUMBERT.

Le genre *Crotalaria* est, comme on sait, un grand genre de Genistées qui compte près de trois cents espèces des régions chaudes du globe. D'une manière générale, il est caractérisé : 1° par l'androcée, dont les étamines, plus ou moins longuement soudées par les filets en un tube fendu suivant une génératrice, présentent des anthères alternativement courtes, dorsifixes et longues, basifixes; 2° par l'ovaire, dont le style est brusquement coudé à angle droit au-dessus de son point d'insertion et barbu